

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application: 2001年 3月15日

出願番号
Application Number: 特願2001-073218

出願人
Applicant(s): 日本板硝子株式会社

2001年12月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3110803

【書類名】 特許願

【整理番号】 P01008

【提出日】 平成13年 3月15日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 3/00
G02B 6/32

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番28号 日本板硝子株式会社内

【氏名】 仲間 健一

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番28号 日本板硝子株式会社内

【氏名】 引地 奈緒子

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番28号 日本板硝子株式会社内

【氏名】 関口 幸成

【特許出願人】

【識別番号】 000004008

【氏名又は名称】 日本板硝子株式会社

【代理人】

【識別番号】 100086645

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩佐 義幸

【電話番号】 03-3861-9711

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000435

【納付金額】 21,000円

【その他】 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成 1 2 年度、
経済産業省、軽水炉等改良技術確証試験等（発電設備診
断システム開発）に関する委託研究、産業活力再生特別
処置法第 3 0 条の適用を受けるもの）

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9113607

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光モジュールおよびその組立て方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レンズ形成面に複数のマイクロレンズが配列形成された平板マイクロレンズアレイと、

前記平板マイクロレンズアレイの前記レンズ形成面に一方の面が接合固定され、他方の面に前記複数のマイクロレンズの各々の中心位置に対応して複数の微小嵌合凹部が配列形成された平板状の共役比調整用透明基板と、

前記共役比調整用透明基板の他方の面に接合固定され、前記複数の微小嵌合凹部の各々の中央位置に対応して、貫通する複数の微小ガイド穴が配列形成された光ファイバガイド基板と、

を備えることを特徴とする光モジュール。

【請求項 2】

前記嵌合凹部に嵌合するように、先端コア部が凸状に露出した微小嵌合凸部を有する光ファイバをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 3】

前記共役比調整用透明基板は、その厚さにより共役比を調整することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光モジュール。

【請求項 4】

レンズ形成面に複数のマイクロレンズが配列形成された平板マイクロレンズアレイを準備し、

一方の面に前記複数のマイクロレンズの各々の中心位置に対応して複数の微小嵌合凹部が配列形成された平板状の共役比調整用透明基板を、前記平板マイクロレンズアレイの前記レンズ形成面に、他方の面が接するようにし、かつ、前記マイクロレンズの中心位置が前記微小嵌合凹部の中央位置に一致するようにして接合固定し、

前記複数の微小嵌合凹部の各々の中央位置に対応して、貫通する複数の微小ガ

イド穴が配列形成された光ファイバガイド基板を、前記微小嵌合凹部の中央位置に前記微小ガイド穴の中心位置が一致するようにして、前記共役比調整用透明基板の前記一方の面に接合固定する、

ことを特徴とする光モジュールの組立て方法。

【請求項 5】

先端コア部が凸状に露出した微小嵌合凸部を有する光ファイバを、前記微小ガイド穴に挿入し、前記微小嵌合凸部を前記微小嵌合凹部に嵌合させた後、前記光ファイバを、前記微小嵌合凹部および微小ガイド穴に接着固定する、
ことを特徴とする請求項 4 に記載の光モジュールの組立て方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光モジュールに関し、特に、マイクロレンズアレイを用いた小型高密度に空間分割多重化された光モジュールおよびその組立て方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

この種の従来の空間分割型の光モジュールは、特開平 2 - 1 2 3 3 0 1 号公報に開示されており、図 5 に示すように、表面が平坦な透明基板にマイクロレンズ 6 1 を配列形成した平板マイクロレンズアレイ 6 0 自体のレンズ形成面とは反対側の面に、レンズと光学的に結合されるべき素子、すなわち光ファイバ 6 3 に嵌合するための凹部 6 5 を各レンズの中心位置に対応させて設け、その凹部に向けて光ファイバの先端をガイド挿入するためのガイド穴 6 4 を有するポリイミド等の樹脂層 6 2 を、平板マイクロレンズアレイ 6 0 に接合固定していた。一方、光ファイバの方は、先端コア部を選択エッチングにより凸状に加工して微小嵌合凸部 6 5 を形成し、これを嵌合凹部 6 5 に挿入固定することで、アクティブな調心（実際に光を導入し結合光強度が最大になるように調心する方法）を行うことなく、位置調整のみによって調心固定することを可能にしていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記従来の光モジュールは、特に他の面型光学素子と組み合わせて用いる場合、次のような問題を生じる。すなわち、他の面型光学素子と組み合わせる場合、例えば、面型光学素子が液晶光スイッチのような面型の透過型光素子応用モジュールなどでは、それに組み合わせるマイクロレンズ光学系は、無限の共役比をもつコリメート光学系で構成する必要があるのに対して、レーザアレイのような発光素子と光ファイバとを結合する光モジュールなどでは、それと組み合わせるマイクロレンズ光学系は、有限の共役比をもつ縮小結像光学系で構成する必要がある。

【0004】

また、光ファイバに対して結合するような光モジュールなどでは、マイクロレンズ光学系は、等倍結像光学系で構成する必要がある、また、フォトディテクタアレイなどの光ファイバのモードフィールド直径よりも大きな受光面積をもつ面型の光素子と結合する光モジュールなどでは、マイクロレンズ光学系は、拡大結像光学系で構成する必要がある。

【0005】

このような必要性に答えるためには、従来の光モジュールでは、各々の応用に最適な共役比になるように、マイクロレンズ自体の焦点距離がそれぞれ異なるマイクロレンズアレイを別個に用意するか、マイクロレンズアレイの基板厚さをそれぞれ個別に調整する必要がある、平板マイクロレンズアレイ自体の品種を増やさざるを得ない。また、実験的に光学特性を調整していくときなど、平板マイクロレンズアレイ自体を作り直す必要がある、効率的な開発と早期の製品化が妨げられるという問題が生じる。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、このような従来の光モジュールに存在する問題に着目してなされたものであり、その目的とするところは、面内の配列に対しては、一行からマトリクス状の配列まで対応可能で、かつ、平板マイクロレンズアレイの光軸方向に対しても、任意の共役比が簡単に実現でき、かつ、パッシブ調心（機械的寸法精度

等により調心する方法)により調心時間を短縮し、小型高密度で任意の光学設計に対して自由度の大きい、低コストの光モジュールを実現するものである。

【 0 0 0 7 】

このため、本発明の第 1 の態様である光モジュールは、

レンズ形成面に複数のマイクロレンズが配列形成された平板マイクロレンズアレイと、

前記平板マイクロレンズアレイの前記レンズ形成面に一方の面が接合固定され、他方の面に前記複数のマイクロレンズの各々の中心位置に対応して複数の微小嵌合凹部が配列形成された平板状の共役比調整用透明基板と、

前記共役比調整用透明基板の他方の面に接合固定され、前記複数の微小嵌合凹部の各々の中央位置に対応して、貫通する複数の微小ガイド穴が配列形成された光ファイバガイド基板と、
を備えている。

【 0 0 0 8 】

この光モジュールは、前記嵌合凹部に嵌合するように、先端コア部が凸状に露出した微小嵌合凸部を有する光ファイバをさらに備えることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

また、本発明の第 2 の態様である光モジュールの組立て方法は、

レンズ形成面に複数のマイクロレンズが配列形成された平板マイクロレンズアレイを準備し、

一方の面に前記複数のマイクロレンズの各々の中心位置に対応して複数の微小嵌合凹部が配列形成された平板状の共役比調整用透明基板を、前記平板マイクロレンズアレイの前記レンズ形成面に、他方の面が接するようにし、かつ、前記マイクロレンズの中心位置が前記微小嵌合凹部の中央位置に一致するようにして接合固定し、

前記複数の微小嵌合凹部の各々の中央位置に対応して、貫通する複数の微小ガイド穴が配列形成された光ファイバガイド基板を、前記微小嵌合凹部の中央位置に前記微小ガイド穴の中心位置が一致するようにして、前記共役比調整用透明基板の前記一方の面に接合固定する、

ことを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】

本発明による光モジュールの第1の実施例を図1に示す。本実施例は、表面が平坦な透明基板の一方の面に複数の円形マイクロレンズ11を配列形成した平板マイクロレンズアレイ1と、表面が平坦な透明基板の一方の面に複数の微小嵌合凹部21を配列形成した共役比調整用透明基板2と、表面が平坦な基板に貫通する複数の微小ガイド穴31を配列形成した光ファイバガイド基板3と、光ファイバの先端コア部を凸状に露出させて微小嵌合凸部41とした複数の光ファイバ4とから構成されている。

【0011】

マイクロレンズアレイ11の基板と、共役比調整用透明基板2と、光ファイバガイド基板3とは、平面の形状寸法（以下、外形寸法という）が同一になるように形成されている。

【0012】

平板マイクロレンズアレイ1として、屈折率 $n_L = 1.54$ の透明基板に、イオン交換法で円形のマイクロレンズ11を作製した平板マイクロレンズアレイを用いた。なおレンズの焦点距離 f_L は、 $650\mu\text{m}$ であった。

【0013】

また、共役比調整用透明基板2は、Agで表面をイオン交換した屈折率 $n_h = 1.51$ のアルミノシリケートガラスにNd:YAGレーザの3倍波を用い、加工用の平板マイクロレンズアレイでレーザ光束を所望の間隔に分割して集光し、その集光スポットを用いてほぼ円錐形の嵌合用凹部21を作製した。嵌合用凹部の開口径と深さは、それぞれ光ファイバ4の先端部の嵌合用凸部41に合わせて、約 $8\mu\text{m}$ および約 $4\mu\text{m}$ とした。

【0014】

このような作製方法により、嵌合用凹部間の位置関係は高精度に決められ、かつ、共役比調整用透明基板2に形成された嵌合用凹部の中央位置は、マイクロレンズアレイ1のマイクロレンズ11の中心位置に高精度に対応している。

【 0 0 1 5 】

また、光ファイバガイド基板 3 は、同様に A g で表面をイオン交換した厚さ 3 0 0 μ m のアルミノシリケートガラスに対して、K r F エキシマレーザを光源とした縮小結像光学系により、所望の形状、パターンを有するフォトマスクパターンを縮小結像することにより作製し、このフォトマスクパターンを用いて、入口側が大径で出口側が小径となるテーパ状の微小ガイド穴 3 1 を形成した。微小ガイド穴の形状は、エキシマレーザの加工能力、および、光ファイバの加工性との関係から、出口径を 7 5 μ m、テーパ角度を 6° とした。

【 0 0 1 6 】

なお、光ファイバガイド基板 3 の微小ガイド穴 3 1 は、各微小ガイド穴間の位置関係が高精度に、かつ、その中心位置が共役比調整用透明基板 2 の嵌合用凹部 2 1 の中央位置に高精度に対応するように作製される。

【 0 0 1 7 】

また、先端コア部を凸状に露出させた光ファイバは、光ファイバのクラッドガラスに対するエッチング速度が、コアのそれよりも大きなエッチャント、すなわちフッ酸とフッ化アンモニウムの混合液中にクラッド径 7 5 μ m のファイバを浸漬することで作製した。嵌合用凸部 4 1 の外形形状は、エッチング条件で制御可能であるが、ここでは、基部径 8 . 5 μ m、高さ 3 μ m の円錐形とした。

【 0 0 1 8 】

また、本実施例では共役比調整用透明基板 2 の厚さをマイクロレンズ焦点距離 f_L の n_h (基板 2 の屈折率) 倍、すなわち、 $f_L \times n_h$ としたものをを用いた。

【 0 0 1 9 】

次に、第 1 実施例の光モジュールの組立て方法について説明する。

【 0 0 2 0 】

本実施例の平板マイクロレンズ 1 1、共役比調整用透明基板 2 の微小嵌合凹部 2 1、光ファイバガイド基板 3 の微小ガイド穴 3 1 はそれぞれ上述した方法で加工し製作されるので、各基板上のマイクロレンズ 1 1、嵌合用凹部 2 1、微小ガイド穴 3 1 の位置関係は設計された通りに高精度に形成できる。したがって光モジュールの組立は、実際に使用する光を光学系に入射して調芯する、いわゆるア

クティブ調芯の必要がなく、位置調整のみによるパッシブ調芯によって組立てられる。

【 0 0 2 1 】

すなわち、平板マイクロレンズアレイ 1 の基板と微小嵌合凹部 2 1 を形成した共役比調整用透明基板 2 の外形寸法は同一であるので、マイクロレンズアレイ 1 の基板と共役比調整用透明基板 2 の周辺を一致させるように重ね合わせるだけで、各マイクロレンズ 1 1 と微小嵌合凹部 2 1 の位置はほぼ一致する。さらに両基板の表面上方から顕微鏡により観察して、円形のマイクロレンズ 1 1 の中心位置に、ほぼ円形の微小嵌合凹部 2 1 の中央位置がくるように 2 枚の基板の重ね合わせを最終調整する。上述のように各マイクロレンズ間、各微小嵌合凹部間の位置関係はそれぞれ精度よく形成されているので、少なくとも数素子で重ね合わせ位置を確認すれば充分である。なお、両基板の接触する側の表面には屈折率整合のとられた接着剤を予め塗布しておき、両基板を接着固定する。

【 0 0 2 2 】

次に、共役比調整用透明基板 2 の微小嵌合凹部 2 1 側の表面に、やはり上記両基板と外形寸法を同一にした光ファイバガイド基板 3 を重ね合わせると、微小嵌合凹部 2 1 の中央位置と微小ガイド穴 3 1 の中心位置はほぼ一致する。さらに微小ガイド穴側から顕微鏡観察を行い、断面が円形の微小ガイド穴 3 1 の中心位置と微小嵌合凹部 2 1 の中央位置が一致するように最終調整の後、両基板を屈折率分布のとられた接着剤で接着固定する。

【 0 0 2 3 】

以上のように構成された光モジュールでは、光ファイバ 4 の先端コア部には、嵌合用凹部 2 1 と凹凸嵌合させるため、嵌合用凸部 4 1 が形成されているため、光ファイバを微小ガイド穴 3 1 の入り口から挿入し、凸部 4 1 を凹部 2 1 に嵌合させるだけで、光ファイバのコア部を容易に各平板マイクロレンズ 1 1 の光軸上に誘導配置することができる。誘導配置した後、光ファイバ 4 は、屈折率整合のとられた接着剤 5 で、光ファイバガイド基板 3 に接着固定される。この場合、接着剤 5 は、凹部 2 1 と凸部 4 1 との間の隙間、および光モジュール 4 とガイド穴 3 1 との間の隙間を充てんされる。

【 0 0 2 4 】

このように配置した光モジュールの光ファイバ4に半導体レーザ光源を接続し、平板マイクロレンズアレイからの出射光を赤外CCDカメラで観察したところ、出射光100としてコリメート光が出ていることを確認した。

【 0 0 2 5 】

本発明による第2の実施例を図2に示す。本実施例では、共役比調整用透明基板2の厚さを、所望の共役比が得られるように複数用意しておき、用途に応じて交換することにより、第1の実施例と同じ平板マイクロレンズアレイ1、光ファイバガイド基板3、光ファイバ4を用いて所望の光モジュールを実現した例を示す。

【 0 0 2 6 】

例えば、共役比調整用透明基板2の厚さを t_h としたとき、共役比調整用透明基板2として、 $2 \times f_L \times n_h > t_h > f_L \times n_h$ を満足するものを用いた。この共役比調整用透明基板2を選択した場合の光線状態は図2のようになる。マイクロレンズアレイ1からの出射光100は、拡大の位置に焦点を結んでいる。すなわち、光ファイバのコア部は拡大結像される。

【 0 0 2 7 】

組み合わせる光学素子が光検出器などであって、有効受光面積がファイバコア部より大きい場合は、このケースに相当する共役比調整用透明基板を選択するのが好適である。

【 0 0 2 8 】

また、例えば、厚さ $t_h = 2 \times f_L \times n_h$ の共役比調整用透明基板を選択した場合の光線状態は図3のようになり、出射光100は、等倍の位置に焦点を結び、等倍結像になる。すなわち、光ファイバのコア部は同じ大きさで像面に結像される。

【 0 0 2 9 】

組み合わせる光学素子が光ファイバなどであって、等しい拡大倍率とすることにより、結合効率が最適な値になる場合は、このケースに相当する共役比調整用透明基板を選択するのが好適である。

【 0 0 3 0 】

また例えば、共役比調整用透明基板 2 として、 $t_h > 2 \times f_L \times n_h$ を満足する。共役比調整用透明基板を選択した場合の光線状態は図 4 のようになり、出射光 1 0 0 はレンズ形成面とは反対側の面に焦点を結び、縮小結像になる。

【 0 0 3 1 】

組み合わせる光学素子が光検出器などであって、有効面積が光ファイバのコア部よりも小さい場合に、このケースに相当する共役比調整用透明基板を選択するのが好適である。

【 0 0 3 2 】

また特別な場合として、 n_L : 平板マイクロレンズ基板の屈折率、 t_L : 平板マイクロレンズアレイの厚さ、 t_h : 共役比調整用透明基板の厚さとした場合、 $(1 / (n_L \cdot t_L) + 1 / (n_h \cdot t_h)) = (1 / f_L)$ が成り立つような厚さの共役比調整用透明基板を用いると、ファイバコア部と平板マイクロレンズ基板のレンズ形成面位置を共役にすることができるため、レンズ端面に集光することが可能になる。

【 0 0 3 3 】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、複数のマイクロレンズの光軸と光ファイバを一括してパッシブ調心固定できるとともに、複数のマイクロレンズの共役比も一括して調整できるようになるため、同一の平板マイクロレンズアレイを用いて、多くのマイクロオプティクス型の光設計に対して短時間かつ安価に対応することが可能になる。また、各構成要素間はずべて貫通穴を利用した高精度なパッシブ調心により簡単にアライメントすることが可能であるため、光モジュールの開発を効率的にすすめることが可能になる。また、これらにより、小型高密度で任意の光学設計に対して自由度の大きい、低コストの光モジュールを実現することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施例による光モジュールの例を示す図である。

【図 2】

本発明の第 2 の実施例による光モジュールの例を示す図である。

【図 3】

本発明の第 1 の実施例による光モジュールの例を示す図である。

【図 4】

本発明の第 2 の実施例による光モジュールの例を示す図である。

【図 5】

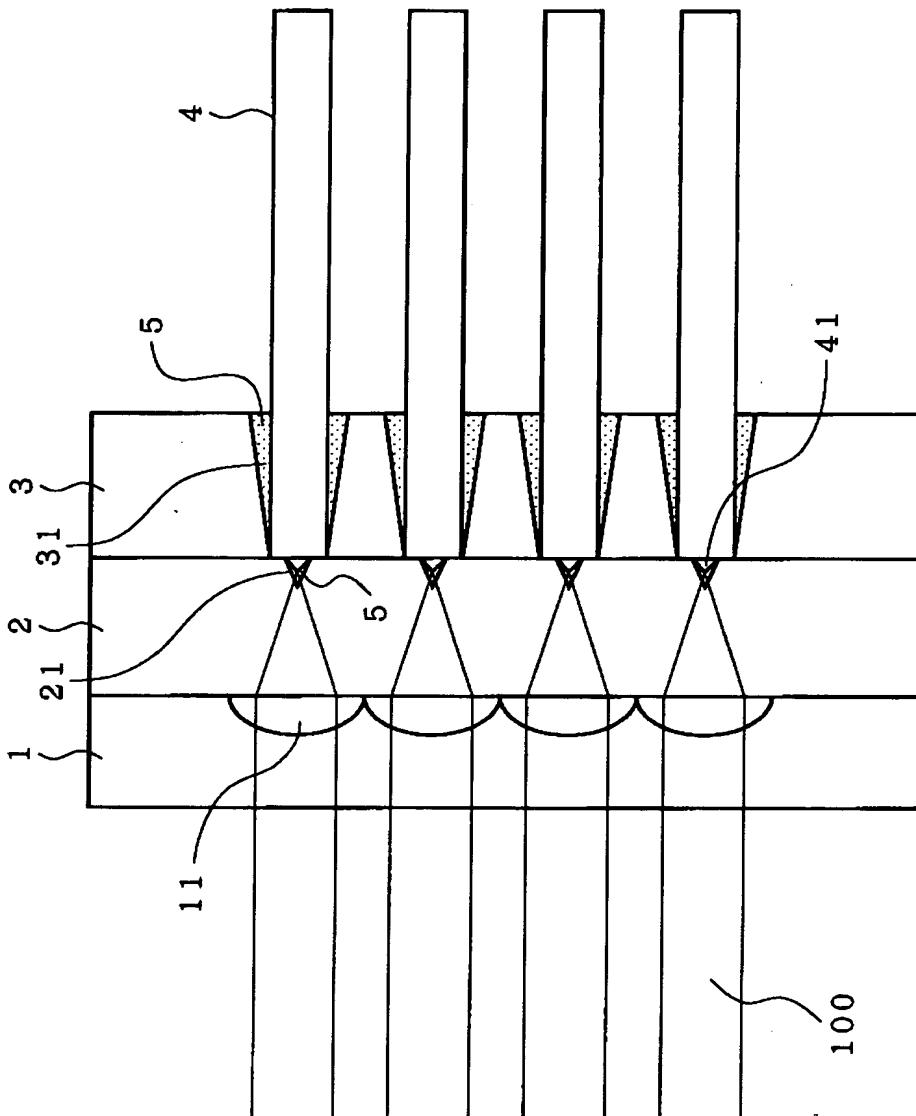
従来の光モジュールの構成例を示す図である。

【符号の説明】

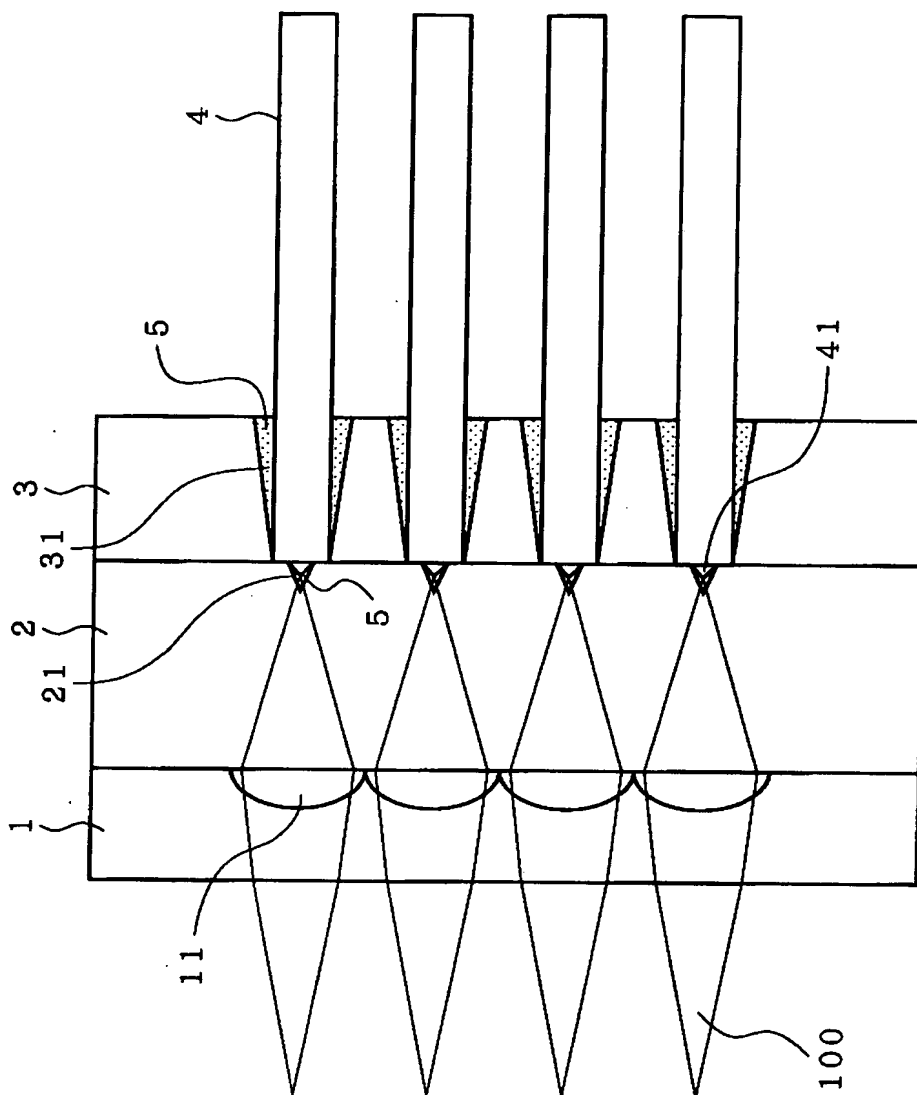
- 1 平板マイクロレンズアレイ
- 1 1 マイクロレンズ
- 2 共役比調整用透明基板
- 2 1 嵌合用凹部
- 3 光ファイバガイド基板
- 3 1 微小貫通穴
- 4 光ファイバ
- 4 1 光ファイバ嵌合用凸部
- 5 屈折率整合接着剤
- 1 0 0 出射光

【書類名】 図面

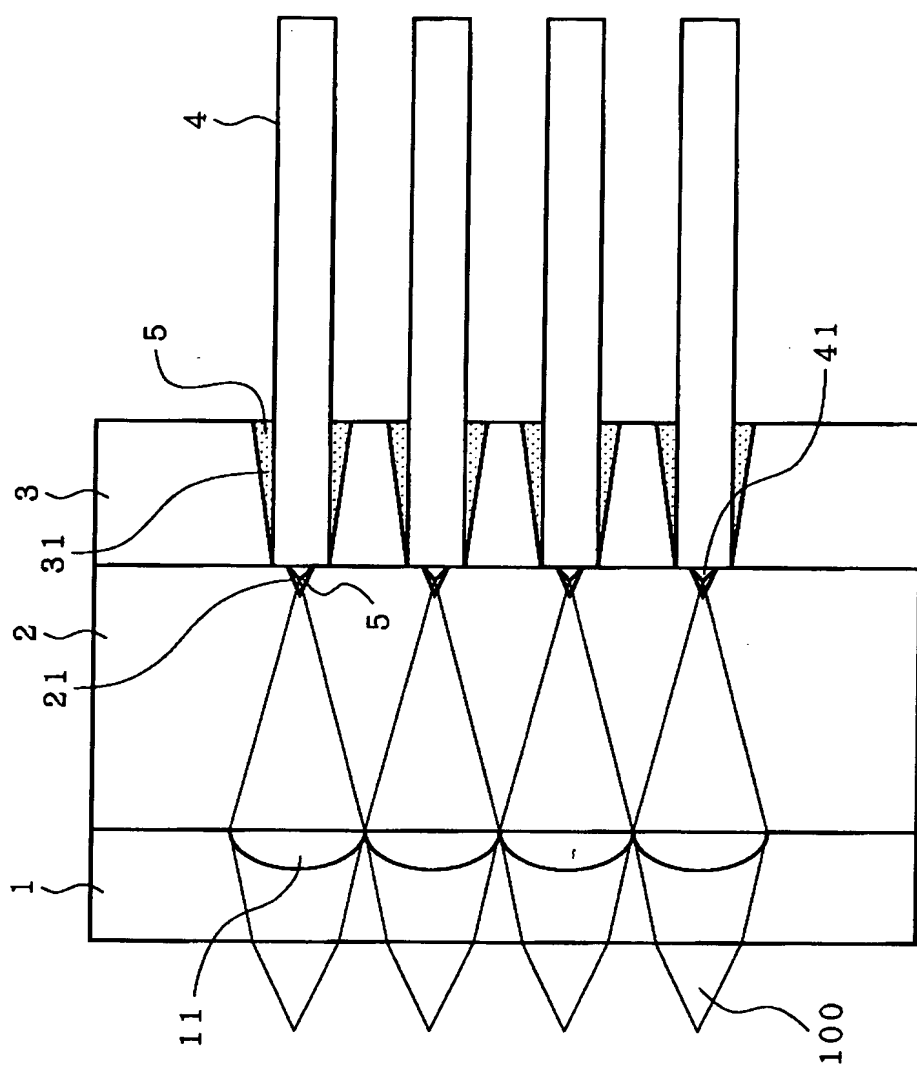
【図 1】



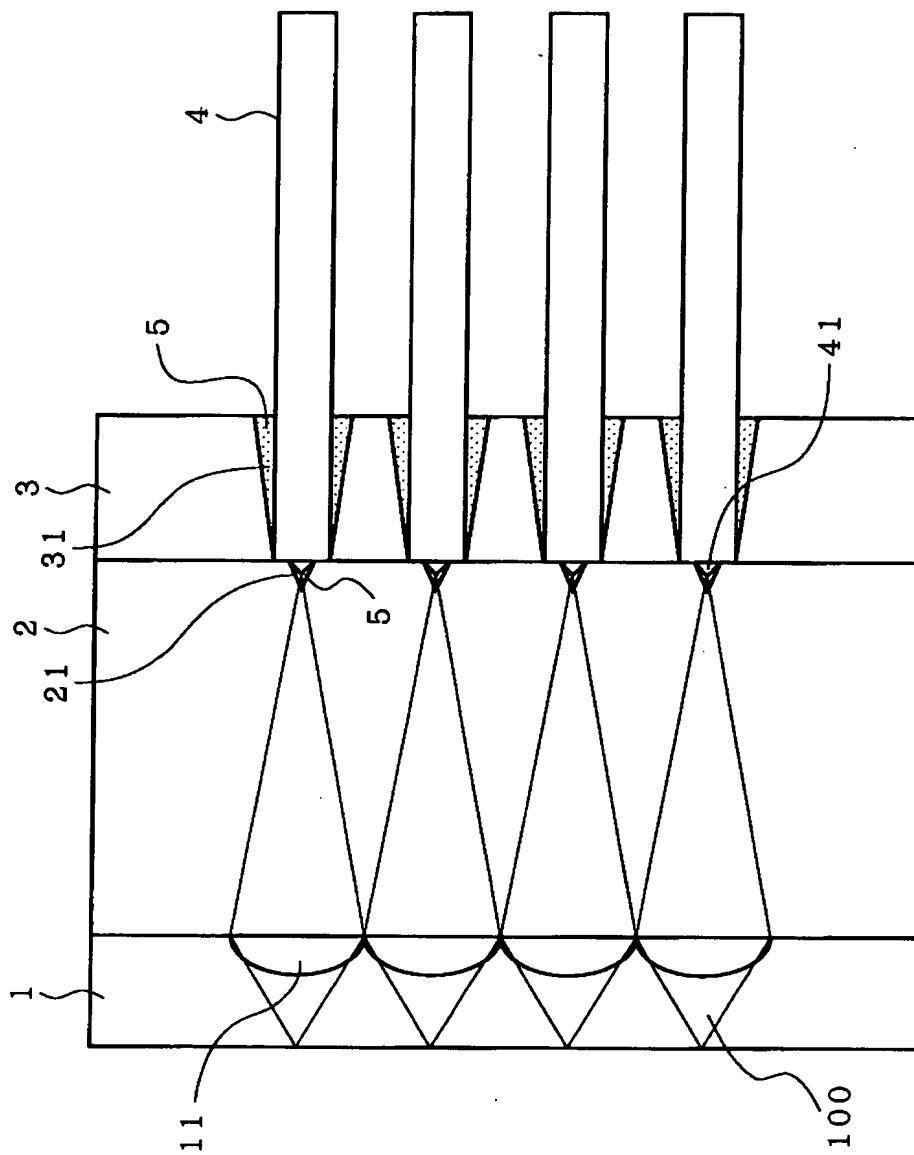
【図 2】



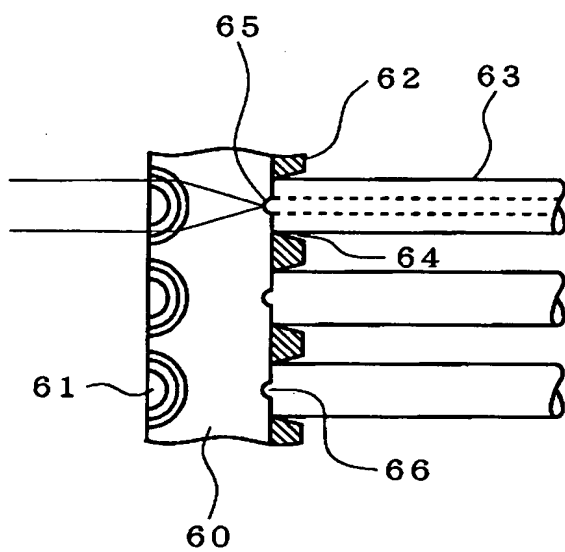
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 面内の配列に対しては、一列からマトリクス状の配列まで対応可能で、かつ、平板マイクロレンズアレイの光軸方向に対しても、任意の共役比が簡単に実現でき、かつ、パッシブ調心により調心時間を短縮し、小型高密度で任意の光学設計に対して自由度の大きい、低コストの光モジュールを提供する。

【解決手段】 表面が平坦な透明基板の一方の面に複数のマイクロレンズ 1 1 を配列形成した平板マイクロレンズアレイ 1 と、表面が平坦な透明基板の一方の面に複数の微小嵌合凹部 2 1 を配列形成した共役比調整用透明基板 2 と、表面が平坦な基板に貫通する複数の微小ガイド穴 3 1 を配列形成した光ファイバガイド基板 3 と、光ファイバの先端コア部を凸状に露出させて微小嵌合凸部 4 1 とした複数の光ファイバ 4 とから構成されている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004008]

1. 変更年月日 2000年12月14日
[変更理由] 住所変更
住 所 大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号
氏 名 日本板硝子株式会社